©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über Retinite, Bitumenharze und bituminöse Kohlen

Von

W. Siegl, Leoben

(Mit 5 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juni 1940)

Im Rahmen der von der Forschungsgemeinschaft unterstützten, unter der Leitung von Prof. W. Petrascheck laufenden Untersuchung verschiedener ostmärkischer und böhmischer Braunkohlen habe ich bestimmte Kohlenarten aus dem Wolfsegg-Thomasroither Revier (Hausruck, Oberdonau), darunter auch eine harz- und bitumenreiche Kohle, die im wesentlichen als Schwelkohle zu bezeichnen sein wird, zu bearbeiten. Diese von der sonst gewöhnlichen stückigen Weichbraunkohle (in der Ostmark Moorkohle genannt) des Flözes abweichende Kohle hatte eine Anzahl Fragen aufgeworfen, bzw. die Untersuchung verschiedener Harze und bituminöser Kohlen angeregt. Wie aus den Ergebnissen der Arbeit ersichtlich ist, glaube ich, damit einen Beitrag zur Klärung der Rolle der Bitumina in Kohlen sowie zur Deutung einiger sich der Hauptmasse des Flözes gegenüber abweichend verhaltender Kohlen geliefert zu haben.

Neben der mikroskopischen Beobachtung der Harze und Kohlen bediente ich mich hauptsächlich der Eigenschaft der Harze und einiger Kohlen, im ultravioletten Licht der Hanauer Analysenlampe zu fluoreszieren. Die Fluoreszenz ist ein außerordentlich bequemes und gutes Hilfsmittel bei der Unterscheidung und Untersuchung der Kohlen. Es wurden die Harze und Kohlen sowohl im Handstück als auch ihre Benzol- und Schwefelkohlenstoffextrakte unter der Analysenlampe geprüft.

Die Stocksche Regel besagt, daß Fluoreszenz durch ein Licht kleinerer oder höchstens gleicher Wellenlänge angeregt werden kann. Ich habe nun versucht, bituminöse Substanzen mangels eines Fluoreszenzmikroskops mit Blaulicht zu beleuchten und bin dabei daraufgekommen, daß das Licht, welches das Blaufilter der lichtstarken Mikroskopierlampe (Reichert Lux FN) durchläßt, in ausreichendem Maße die Fluoreszenz besonders der Harze anregt. Ich habe dann ständig davon Gebrauch gemacht

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und mir so wenigstens zum Teil ein Fluoreszenzmikroskop ersetzt. Dabei war der Vorteil des momentanen Wechsels von weißem und blauem Licht bei der Feinheit der Strukturen nicht zu unterschätzen.

Von der Mitteilung der Resultate der chemischen sowie quantitativ-petrographischen Untersuchung wurde Abstand genommen; diese werden später in anderem Zusammenhang gebracht werden.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Beobachtungen an den verschiedenen Harzen und Kohlen berichtet; eine Übersicht über das Verhalten der Proben selbst sowie ihrer Benzol- und Schwefelkohlenstoffextrakte ist in den beiden Tabellen auf p. 167 und 169 gegeben.

H. Steinbrecher[1] unterscheidet auf Grund chemischer und physikalischer Untersuchungen zwei Gruppen von fossilen, in Kohlen vorkommenden Harzen. Erstens die bernsteinähnlichen wachsfreien, in den meisten organischen Lösungsmitteln nur zum geringen Teil löslichen Harze, die er Retinite nennt, und zweitens die Bitumenharze, im wesentlichen Mischungen von Harzen und Wachsen, die wieder in den üblichen Lösungsmitteln, wie Benzol, Äther, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl usw., weitgehend löslich und aus den Kohlen damit extrahierbar sind. Die in der Tabelle 1 unter der Gruppe 1 zusammengefaßten Proben gehören zu den Retiniten.

Ajkait wird das bisweilen faustgroß werdende Harz in der Braunkohle und den ihr eingeschalteten Muschelbänken von Ajka bei Urkút nördlich des Plattensees genannt. Dieses Harz ist als typischer Vertreter der Retinitgruppe anzusehen und eignet sich sehr zur Untersuchung, da es in großen reinen Stücken auftritt. Im ultravioletten Licht fluoresziert es hellblau; die Farbe und ihre Verteilung ist am besten zu vergleichen mit der eines mäßig blauen Edelopals. Die Benzol- und Schwefelkohlenstoffextrakte sind farblos; auffällig ist die relativ sehr schwache bläuliche Fluoreszenz des Benzolextraktes (Tabelle 2).

Ein weiterer Vertreter dieser Gruppe ist der Retinit aus der eozänen Glanzbraunkohle von Sonnberg bei Althofen in Kärnten. Das Harz dieses Fundortes, Rosthornit genannt, verhält sich ganz ähnlich wie der Ajkait. Hier möchte ich bemerken, daß man Harze und bituminöse Kohlen im ultravioletten Licht

[1] H. Steinbrecher, Zur Kenntnis der fossilen Harze. Brennstoffchemie, Bd. 12, 1931, p. 163.
H. Steinbrecher: Die fossilen Harze der Braunkohle. Z. f. angew. Chemie, 1936, p. 608.

immer an frischen Bruchflächen prüfen soll. Auch lange in Schausammlungen gelegene Stufen leuchten an den dem Licht ausgesetzt gewesenen Stellen wesentlich schwächer und eher gelb als blau. Die in der Sonnberger Glanzkohle eingelagerten Harzkörner zeigen nun aber auch an frischen Bruchflächen randlich eine gelbe Fluoreszenz, welche vielleicht durch irgendeinen Oxydationsprozeß hervorgerufen wurde, über dessen Verlauf kaum eine Angabe gemacht werden kann.

Bekannt durch ihren Harzreichtum ist die eozäne Glanzbraunkohle von Fushun in der Mandschurei. Der „amber rock", eine 30 bis 50 *cm* dicke Bank bildend, ist gelegentlich voll von hellbraunem Retinit. Auch dieses Harz fluoresziert bläulich, während die Ränder der einzelnen Körner vorwiegend gelb leuchten. Im Anschliff wird durch das Blaulicht der Mikroskopierlampe eine starke gelbe Fluoreszenz hervorgerufen. Im Anschliff sieht man übrigens, daß die Harzkörner vom Rande her von zahllosen pilzhyphenartigen Kanälen sowie feinsten Sprüngen durchsetzt sind. Diese Beobachtung kann man bei verschiedenen Harzen des öfteren machen, ob es sich aber tatsächlich um Pilzhyphen handelt, kann ich nicht entscheiden.

Das Harz der pliozänen Braunkohle von der Boekit-Assam-Grube in Tandjoeng, Südsumatra, ist zwar ziemlich dunkel, fluoresziert aber bläulich.

Das Harz aus den Lunzerschichten sowie der Walchowit kommt nicht in der Kohle selbst vor, sondern in einem grauen, reichlich Kohleschmitzen aufweisenden Sandstein, bzw. im Liegenden eines kleinen Kreidekohlenflözes bei Mährisch-Trübau.

In Längsklüften eines miozänen Lignites findet sich das feinkörnige orangegefärbte Harz von St. Kathrein am Hauenstein.

Die gelben, meist nur millimetergroßen Körnchen des Retinites in der Schwelkohle vom Hausruck, auf die später noch eingegangen wird, fallen durch ihr helles gelbes, bisweilen grünliches Leuchten unter der Analysenlampe auf.

Bis fünf Millimeter lang sind die Retinitkörner in einer Flammkohle aus dem Oberschlesischen Revier. Äußerlich und auch im Verhalten im ultravioletten Licht unterscheiden sich diese Harzkörner in keiner Weise von den Retiniten, die man aus den Braunkohlen kennt.

Bei der Gruppe der Retinite wie im folgenden möchte ich möglichst alle von mir geprüften Proben anführen, soll doch einerseits die Konstanz, anderseits die langsamen Übergänge zum Ausdruck kommen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Gruppe der Retinite zeichnet sich durch die Konstanz der Fluoreszenz der einzelnen Proben aus; sie leuchten bläulich bis gelb, wobei die beiden Farben an ein und demselben Korn ineinander übergehen können. In chemischer und physikalischer Hinsicht weisen sie ebenfalls eine bemerkenswerte Konstanz und Einheitlichkeit auf, so daß sie den nun folgenden Stoffen gegenüber eher den Charakter eines Minerals haben. Daß die Retinite in ihrer chemischen Zusammensetzung etwas schwanken, ist infolge ihrer Natur als Ausscheidungsprodukt von Pflanzen erklärlich; auch haben sie nach dem Ausfluß aus der Wunde des Baumes bis zur Einbettung in eine inerte oder eher reduzierende Masse eine mehr oder weniger starke Oxydation sowie einen Entzug flüchtiger Komponenten erlitten. Die daraus resultierende Masse war in allen Fällen so widerstandsfähig, daß sie sich bis ins Steinkohlenstadium ohne wesentliche Änderung erhalten hat. Wann die Retinite zersetzt werden, ist mir nicht bekannt; in Anthraziten bzw. aus Kohle entstandenen tertiären Graphiten (Grönland) habe ich kein Harz mehr feststellen können.

Steinbrecher untersuchte vorwiegend die aus den Kohlen extrahierten Bitumina, die er dann zu der Gruppe der Bitumenharze rechnet. Will man auf die chemische Natur der Bitumenharze eingehen, so ist natürlich eine Extraktion notwendig; da ich aber das Verhalten der mehr oder weniger reinen, d. h. im natürlichen Zustande befindlichen Bitumenharze sowie der bituminösen Kohlen im ultravioletten Licht und unter dem Mikroskop beobachten wollte, so wäre eine Trennung unzweckmäßig.

Nur bei einigen der in der 2. und 3. Gruppe zusammengefaßten Vorkommen hatte ich genügend Material, bzw. war das Material geeignet, dieses neben der bloßen Prüfung seiner Fluoreszenz im Handstück bzw. seines Extraktes auch noch im Anschliff oder Dünnschliff zu untersuchen. Auf die petrographische Beschreibung wird nur so weit eingegangen, als dies zur Darstellung der Zusammenhänge notwendig ist. Ich halte mich nun nicht an die Reihenfolge in der Tabelle, sondern greife zuerst die wichtigsten Vertreter heraus.

Wie schon eingangs erwähnt, nimmt die Schwelkohle aus dem Hausruck eine besondere Stellung bei dieser Untersuchung ein. Im bergfeuchten Zustand unterscheidet sie sich von der Moorkohle, in der sie eingelagert ist, durch ihre etwas hellere Farbe. Trocken ist sie wesentlich heller als die Moorkohle. Eine weitere Eigenschaft der trockenen Schwelkohle ist ihre Festigkeit gegenüber der mehr oder weniger zerfallenden Moorkohle. Die Grundmasse der Schwelkohle ist braun und wird recht gleich-

mäßig von feinsten strukturierten dunkleren Pflanzenresten durchsetzt. Gelegentlich findet sich auch eine dünne lignitische Lage in ihr. Die schon erwähnten kleinen retinitischen Harzkörnchen sieht man neben wenigen runden Quarzkörnchen unregelmäßig verteilt in der Grundmasse. Diese Schwelkohle leuchtet je nach

Fig. 1. Vergr. 180×. Dunkelfeld, Ölimm. Schwelkohle vom Hausruck (OD.). Dunkle und helle blasige Harzkörner, dünne lignitische Streifen und kleine dunkle Fusitsplitter in der duritischen Grundmasse.

ihrem Bitumengehalt braun bis violettbraun; deutlicher erkennt man die Fluoreszenz neben einem nichtleuchtenden Lignitstreifen sowie im Anschliff.

Das Anschliffbild einer harzreicheren Probe dieser Kohle zeigt die Fig. 1. In einer ohne weiteres nicht differenzierbaren, in Öl bei Dunkelfeldbeleuchtung relativ hellen rötlich drapp gefärbten Grundmasse fallen vor allem zahlreiche Harzkörner auf. Diese sind nicht ident mit den Retinitkörnchen, von denen oben die Rede war, welche beliebig geformt und verschieden groß

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sein können und sich im Anschliff durch ihre Klarheit wenig bemerkbar machen. Die in Fig. 1 sichtbaren Harze sind durch Zerfall des Holzes befreite und in der Grundmasse der Schwelkohle angereicherte Harze; ihre Form und Größe schwankt daher in viel engeren Grenzen. Sie sind hell- bis dunkelbraun und daher im Auflicht verschieden stark reflektierend. Zu betonen wäre noch, und das gilt natürlich wie die eben erwähnten Eigenschaften nicht nur für die Schwelkohle vom Hausruck, daß diese Harzkörnchen von mehr oder weniger großen Bläschen erfüllt sein können. Dieselbe Beobachtung kann man an verkienten Ligniten machen, in welchen diese Harze noch im ursprünglichen Zellverband liegen. Solche blasenerfüllte Harze sind in der Fig. 1 sichtbar. Die feinen, in der Schwelkohle verteilten lignitischen Streifchen erkennt man im Dunkelfeld leicht, da sie im Gegensatz zur hellen duritischen Grundmasse dunkel bleiben; kleinste Fusitsplitter sowie Mineralkörnchen sind häufig, Pyrit fehlt.

Beobachtet man nun den Anschliff im Blaulicht, so kann man in der sonst gleichmäßigen Grundmasse noch einige Bestandteile unterscheiden oder wenigstens leichter erkennen. Von Interesse sind hier die in der Grundmasse gleichmäßig verteilten, meist linsenförmigen und im Blaulicht gelb bis orange leuchtenden Bitumenpartikelchen. Daneben findet man die durch ihre helle gelbe Fluoreszenz auffallenden Retinitkörnchen oder Splitter derselben. Die Harzkörnchen, von denen oben die Rede war, fluoreszieren kaum, die helleren wohl etwas, aber sehr schwach im Vergleich zu den Retiniten. Zu erwähnen wäre noch, daß die Sklerotien, die man gelegentlich beobachtet, von einer fluoreszierenden Masse erfüllt sein können; schlingenförmige Gebilde, die ebenfalls leuchten, vermag ich nicht zu bestimmen; für Pollen sind sie wohl zu klein, da sie von der Größenordnung eines Querschnittes einer Holzzelle sind.

Die Beobachtung des Dünnschliffes bringt nichts Neues. Einen mit Wasserglas aufgekitteten Dünnschliff habe ich mit heißem Benzol und Terpentinöl behandelt, doch konnte ich eine Lösung der Harzkörner nicht feststellen. Diese scheinen also in ihrer Widerstandskraft den Retiniten näherzustehen.

Das Leuchten der Schwelkohle dürfte also hauptsächlich auf die leuchtenden Bitumenpartikelchen in der Grundmasse zurückzuführen sein. In dieser Richtung werden die Versuche fortgesetzt.

In der braunen Schwelkohle vom Hausruck kommen gelegentlich gelbe Knollen und Lagen von wenn auch meist un-

reinem Pyropissit vor. F. Schwarz[1] hat dessen chemisches und physikalisches Verhalten geprüft, wobei sich ergab, daß es tatsächlich ein harzreicher Pyropissit ist. Im Handstück leuchtet er hellgelb. Im Anschliff sieht man wieder feinste, meist sehr verkiente Holzstrukturen, Harzkörner, aber vorwiegend — und das ist im Blaulicht wieder gut zu beobachten — besteht die Grundmasse aus den fahlgelb fluoreszierenden Bitumenteilchen, die schon in der Schwelkohle gefunden wurden. Ihr Querschnitt ist recht mannigfaltig, bald rundlich, bald länglich und eckig. Wieder trifft man unter diesen solche an, die von schlauchartigen Gebilden erfüllt sind. Das Benzol-, aber besonders das Schwefelkohlenstoffextrakt ist tief rotbraun gefärbt, wodurch die Fluoreszenzfarben unrein erscheinen.

Vergleicht man die Schwelkohle mit dem Pyropissit, so fällt die Zunahme der im Blaulicht leuchtenden Bitumenteilchen auf, während die anderen Bestandteile, wie lignitische Reste, Harzkörner usw., zurücktreten.

Nur auf ihr Leuchten hin habe ich die Pyropissite von Zeitz und Zweifelsreuth (Falkenauer Revier) sowie die dünne, scharf begrenzte Pyropissitlage in der Moorkohle von Keltschan (Gödinger Revier) untersucht. Eine Erklärung der ziegelroten Fluoreszenz des Zweifelsreuther Pyropissites kann ich nicht geben, hinweisen möchte ich aber, daß es gelbe und rote Lignite gibt, welche gelb bzw. rot fluoreszieren. Ob zwischen diesen abweichenden Ligniten und den Pyropissiten Parallelen bestehen, wird noch untersucht werden.

An die erdigen Pyropissite schließt sich der Melanchym an, welcher nichts anderes ist als ein etwas mehr von nichtleuchtender lignitischer Substanz durchwachsener Pyropissit. Der Köflachit aus demselben Revier (Voitsberg-Köflach westlich Graz) zeichnet sich bereits durch ein harzartiges Aussehen, durch den Glanz und durch die diesen Substanzen eigene Sprödigkeit aus. Der Jaulingit von Köflach ist lediglich eine Übergangsstufe. Je dichter diese Produkte werden, um so schwächer leuchten sie.

Dem Köflachit ganz ähnlich ist ein braunes, außerordentlich sprödes Harz, welches im tiefsten Flöz, dem oligozänen Josefiflöz, im Falkenauer Revier in der schwarzstreifigen Moorkohle ein eigenes, einige Zentimeter mächtiges Flözchen bildet. Einen Anschliff von diesem Material herzustellen ist mir wegen seiner

[1] F. Schwarz, „Pyropissit" von Ampflwang, O.-Ö. Berg- u. Hütten-Jahrb., Bd. 84, 1936.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Sprödigkeit nicht gelungen, außerdem finden sich in diesem Harz, besonders aber an der Grenze zur Kohle zahlreiche braune Bergkristalle, die natürlich die Herstellung eines Anschliffes unmöglich machen. Es sei hier erwähnt, daß diese Kristalle im ultravioletten Licht hellgelb leuchten, welche Eigenschaft sie aber nach dem Glühen verlieren. Der Quarz hat also beim Wachsen organische Substanzen aufgenommen. Daß die Harzlage nicht etwa später hier eingewandert ist, kann man am Handstück daraus ersehen,

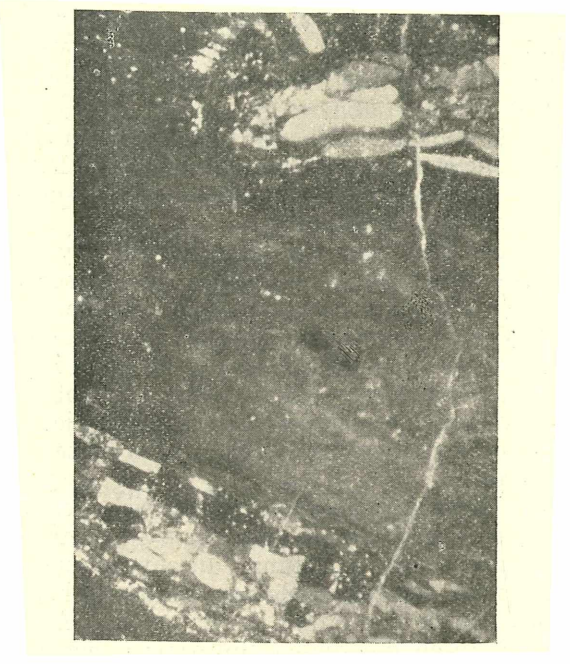

Fig. 2. Vergr. 180×. Dunkelfeld, Ölimm. Harz von Neusattel bei Elbogen. Verkiente lignitische Holzreste in einer gleichmäßigen (leuchtenden) Grundmasse.

da in dem Harz selbst der Schichtung folgend, mehrere Lignitstreifen liegen.

Hier anzuschließen wäre der sich ebenfalls ähnlich verhaltende Piauzit aus der oligozänen Mattbraunkohle von Gouze, zwischen Trifail und Tüffer in Jugoslawien. Auch er führt einige glänzende Lignitstreifen.

Das schwarze, nicht mehr so spröde Harz aus der Braunkohle von Neusattel bei Elbogen und den Duxit vom Drei-

einigkeitsschacht bei Dux konnte ich nun wieder im Anschliff untersuchen. Schon im Handstück sieht man, wie das auffallend hell fluoreszierende Harz sich von der es einschließenden nichtleuchtenden Kohle abhebt. Die vielen kleinen nichtleuchtenden lignitischen Einschlüsse im Harz liegen nicht mehr streng schichtweise in der bitumenharzreichen Grundmasse. Die Fig. 2 zeigt zwei sehr harzreiche Holzreste in einer sehr gleichmäßigen Grundmasse, die sich von der der Schwelkohle im gewöhnlichen Licht

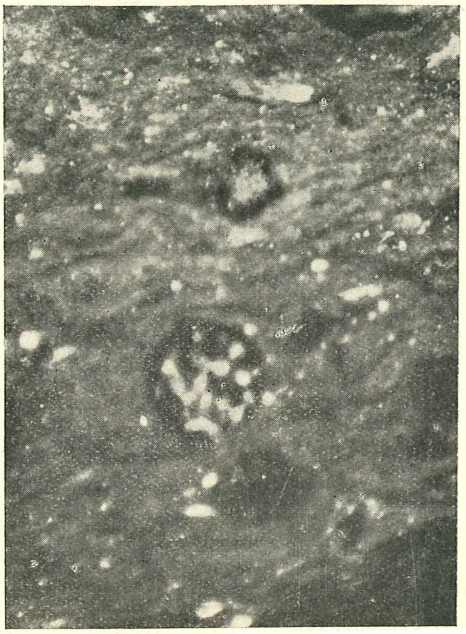

Fig. 3. Vergr. 180×. Ölimm. Dunkelfeld, Cannelbraunkohle Bogheadschacht bei Falkenau. Harzkörner mit verschieden großen Bläschen und feine lignitische Fasern in der Grundmasse.

kaum unterscheidet. In ihr findet man nur wenig Harzkörnchen, Sklerotien u. dgl. Im Blaulicht bietet sich ein dem Pyropissit ganz ähnliches Bild, wenngleich das Harz, wie schon erwähnt, dem Aussehen nach einer Glanzkohle gleicht. Die Grundmasse erweist sich jetzt als vorwiegend aus gelb fluoreszierenden Bitumenkörnchen bestehend; diese gehen bisweilen ineinander über. Der Duxit unserer Sammlung verhält sich analog.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Von erhöhter Bedeutung ist eine braune, spröde Harzlage in der Flammkohle von Brzeszcze in Westgalizien. Dieses Harz ist ebenso spröd und glänzend wie die bis jetzt erwähnten, doch fluoresziert es kaum mehr. Das Schwefelkohlenstoff- sowie Benzolextrakt ist aber wie bei den Bitumenharzen aus den Braunkohlen braun gefärbt. Die Fluoreszenz dieser Lösungen ist mit der der Harze durchaus vergleichbar.

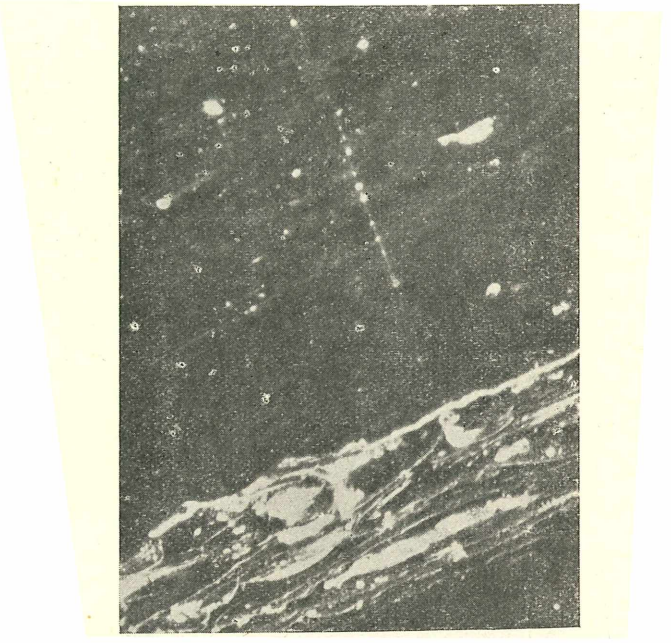

Fig. 4. Vergr. 180×. Dunkelfeld, Ölimm. „Glanzkohle" vom Ellyschacht bei Brüx. Größerer Fusitrest, z. T. von Harz erfüllt, in von feinsten Lignitresten durchzogener Grundmasse.

Damit wäre die Reihe jener Harze, die z. B. in Dölters Handbuch der Mineralchemie noch vorwiegend als einheitliche Stoffe behandelt und auch verschieden, meist nach den Fundorten benannt wurden, geschlossen. Diese Harze gehören wohl alle in die Gruppe der Bitumenharze, wobei es vollkommen überflüssig ist, untereinander so ähnliche Stoffe getrennt zu behandeln und sie mit zahlreichen, wenigsagenden Namen zu versehen.

Ich bin bei der Beschreibung dieser Harze mit Absicht von der Schwelkohle, in diesem Fall von der vom Hausruck, mit all

ihren Bestandteilen ausgegangen, denn diese sind es gerade, die man in den Bitumenharzen immer wieder, wenn auch nicht mehr so zahlreich findet. Umgekehrt nimmt der Gehalt an leuchtenden formlosen Bitumenteilchen in der Schwelkohle ab.

Prof. Petrascheck, dem ich für manche wertvolle Anregung zu Dank verpflichtet bin, machte mich auf die Cannelbraunkohle vom Bogheadschacht bei Falkenau, auf die

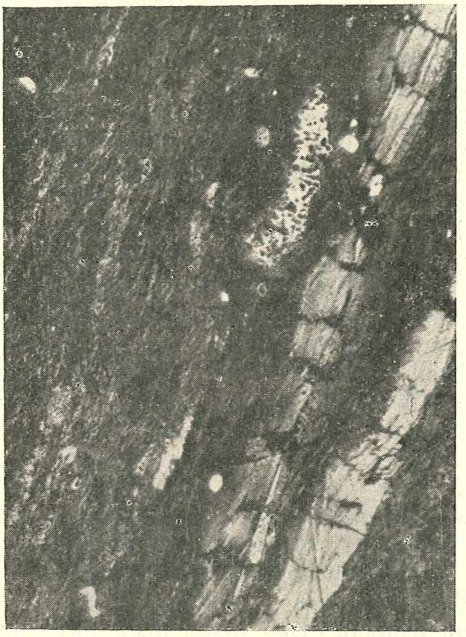

Fig. 5. Vergr. 180×. Hellfeld, Ölimm. „Spiegelkohle" vom Josefiflöz, Falkenau. Vitritstreifen mit Zellstruktur in der feinkörnigen Grundmasse.

Falkenauer Glanzkohle (Spiegelkohle) vom Josefiflöz sowie auf die merkwürdige, durch ihren etwas höheren Wasserstoffgehalt bekannte Glanzkohle vom Ellyschacht nordwestlich von Brüx aufmerksam. Die Untersuchung mit der Analysenlampe ergab, daß alle drei Kohlen, wenn auch nicht hell, aber doch deutlich leuchten.

Eine Beschreibung der Anschliffe dieser Kohlen erübrigt sich nun, denn es gilt für diese dasselbe wie für die Schwelkohle

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

aus dem Hausruck. Diese Kohlen geben, wenngleich sie, besonders die Josefikohle sowie die vom Ellyschacht Glanzkohlen sind, im Dunkelfeld unter Öl betrachtet, dieselben Bilder. Man sieht bald gehäuft, bald spärlicher die aus dem Holz befreiten Harzkörner, wieder solche, die von Bläschen erfüllt sind, neben ganz klaren, dunkel erscheinenden Körnern (Fig. 3), den Fusit, z. T. mit hellem leuchtendem Harz erfüllt (Fig. 4), sowie die meist deutliche Zellstruktur zeigenden Vitritstreifen (Fig. 5, Auflicht!) neben den feinen Zellresten in der duritischen Grundmasse (Fig. 3 und 4). Vollständig wird der Vergleich, wenn man die Anschliffe im Blaulicht betrachtet, da dann wieder die Bitumenteilchen in der Grundmasse zum Vorschein kommen. Ein wenn auch unwesentlicher Unterschied besteht darin, daß in diesen Kohlen die eigenartigen, in allen Kohlen anzutreffenden, aus kleinsten Oktaedern, in sich bald mehr bald weniger geordnet erscheinenden Pyritkügelchen zu finden sind. Es gehört zwar nicht zum Thema, auf die Entstehung dieser Kügelchen einzugehen, aber es erscheint mir angebracht, meine Beobachtung mitzuteilen, daß diese Pyrite in größerer Menge erst vom Mattbraunkohlenstadium an in den Kohlen anzutreffen sind; von da ab gehören sie zu den immer wieder vorhandenen Bestandteilen der Kohle. Die Kugelgestalt hat Schneiderhöhn veranlaßt, diese auch im Mansfelder Schiefer anzutreffenden Gebilde, als vererzte Bakterien anzusprechen. Potonie[1] ist der Meinung, daß man es mit durch Bakterien verursachten Ausfällungen zu tun hat. Wenn das so wäre, was bei der antiseptisch wirkenden Humussäure an sich schon nicht wahrscheinlich ist, so wäre eine gleichmäßige Verteilung dieser Pyrite zu erwarten. Das trifft nun in vielen Fällen nicht zu. Man beobachtet hingegen solche kleinste Pyritkriställchen neben Kügelchen auch als Auskleidung allerkleinster Hohlräume in den Kohlen. Das heißt also, daß die Pyritsubstanz erst während des Inkohlungsprozesses, vielleicht als sein Nebenprodukt entstanden ist. Es ist ja bekannt, daß Harze, besonders aber manche Retinite, beim Erhitzen Schwefelwasserstoff abspalten.

Nach dieser Abweichung komme ich wieder auf die Cannelbraunkohle zurück. Durch ihr relativ starkes Leuchten ist mir die bis jetzt in Seegraben (Leoben) als solche noch nicht bekannte Cannelbraunkohle aufgefallen. Für sie gilt ebenfalls die oben gegebene Beschreibung der böhmischen sowie der Hausruckbraunkohle sowohl in petrographischer Hinsicht wie auch bezüglich ihrer Fluoreszenz.

---

[1] Potonie: Zur Mikroskopie der Bitumina. Ref. II., N. J. 1933, p. 770.

Tabelle 1.

Name	Fundort	Farbe	Fluoreszenz	
		Gruppe 1. Retinite.		
Harz	Schwelkohle Hausruck	gelb	gelb	sämtl. bernsteinähnlich
Harz	Boekit Assam	braun	bläulich	
Harz	St. Kathrein a. H.	orange	gelb	
Harz	Fushun Mands.	braungelb	bläulich randl. gelb	
Rosthornit	Sonnberg Alth.	braun	bläulich randl. gelb	
Ajkait	Ajka Ung.	gelb	hellblau	
Walchowit	Mähr.-Trübau	gelb, trüb	bläulich	
Harz	Lunzer Sndst.	gelb	bläulich	
Harz	Flammk. Obschl.	orange	gelb	
		Gruppe 2. Bitumenharze.		
Pyropissit	Hausruck	gelb	hellgelb	matt, erdig
Pyropissit	Zeitz	graugelb	orange	
Pyropissit	Zweifelsreuth	braun	ziegelrot	
Pyropissit	Keltschan, Mähr.	graugelb	stumpfgelb	
Melanchym	Voitsberg	hellbraun	braungelb	
Jaulingit	Köflach	braungelb	braungelb, matt, dicht	
Köflachit	Köflach	braun	schokoladebraun	glänzend, spröd
Piauzit	Gouze	braunschwarz	dunkelbraun	
Harz	aus der Josefikohle Falkenau	braun	schokoladebraun	
Harz	Neusattel	schwarz	hellbraun	
Duxit	Dux	braunschwarz	dunkelbraun	
Harz	Flammk. Brzeszcze	dunkelbraun	s. schw. braun	
		Gruppe 3. Bituminöse Kohlen.		
Schwelkohle	Hausruck	± braun	braun— violettbraun	matt, zähe
Cannelbraunk.	Bogheadschacht Falkenau	dunkelbraun	schokoladebraun	glänzend, zähe
„Spiegelkohle“	Josefiflöz Falkenau	schwarz	schokoladebraun	
Kohle	Ellyschacht	schwarz	schokoladebraun	
Cannelbraunk.	Seegraben, Leoben	schwarz	braun	
Cannelkohle	Nürschan, Pilsen	schwarz	s. schw. violbr.	
Bogheadkohle	Lugau, Sachsen	schwarz	gelbbraun	

Unter den Steinkohlen habe ich bis jetzt nur zwei Beispiele für fluoreszierende Kohlen gefunden, nämlich die Bogheadkohle von Lugau und die Cannelkohle (Plattelkohle) von Nürschan bei Pilsen. Das Leuchten der Lugauer Bogheadkohle ist auf die die Kohle nahezu allein aufbauenden Bitumenkörnchen zu-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

rückzuführen, welche man von Algen ableitet. Dieser Frage nachzugehen, ist nicht im Rahmen dieser Arbeit gelegen, als bituminöse und leuchtende Kohle muß sie aber hier angeführt werden. Beim Mikroskopieren dieser Kohle im Anschliff kommen im Blaulicht, in welchem sie sehr hell leuchtet, wesentlich mehr Einzelheiten heraus. Daß diese Bitumenkörnchen nicht etwa mit den ebenfalls gelb fluoreszierenden Bitumenteilchen, die in der Grundmasse der Schwel- und Cannelkohlen beobachtet werden können, ident sind, ergibt sich aus den Angaben in der Tabelle 2.

Die Nürschaner Cannelkohle ist im wesentlichen ein außerordentlich gleichmäßiger Eudurit; es fehlen ihr so gut wie ganz die gewohnten Bestandteile, wie Vitrit, Opakteilchen, Sklerotien usw. Lediglich ganz ausgequetschte Bitumenteilchen sind zu beobachten. Diese heben sich wieder durch ihr Dunkelorangeleuchten im Blaulicht hervor. Ich habe auch andere Durite im Blaulicht mikroskopiert, doch nur selten und niemals in solchen Mengen die leuchtenden Bitumenkörnchen gefunden. Makrosporen leuchten z. B. nicht oder nur sehr schwach. Ich schließe mich daher der Meinung Petraschecks an, der die Cannelsteinkohle als Äquivalent der Cannelbraunkohle betrachtet. Dafür spricht auch die Braunfärbung des Schwefelkohlenstoffextraktes, welches, wie aus der Tabelle 2 zu entnehmen ist, für die Cannelkohlen der verschiedenen Stadien charakteristisch ist.

Somit wären alle zur Feststellung der Übergänge notwendigen Harze, Bitumen und bituminösen Kohlen behandelt. In der Tabelle 1 findet man sie nach dem Inkohlungsgrad der Kohlen, in welchen sie vorkommen, geordnet.

Bevor auf die Zusammenfassung und Schlußfolgerung übergegangen wird, soll noch die Tabelle 2 angeführt werden. Hier ist gruppenweise die Farbe und Fluoreszenz der Extrakte zusammengestellt. Die zweite Gruppe mit dem ihr angeschlossenen Retinit und der Bogheadkohle umfaßt die untersuchten Bitumenharze und bituminösen Kohlen; die erste Gruppe dient nur zum Vergleich.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen.

Die Fluoreszenz der Retinite aus den Kohlen oder deren Nebengesteinen bleibt bis ins Steinkohlenstadium gleich. Temperatur und Druckbedingungen, welche bereits eine Flammkohlenbildung bewirken, reichen noch nicht aus, um diese Harze anzugreifen bzw. zu verändern. Wann die Retinite instabil werden, konnte mangels Materials nicht bestimmt werden. Als petro-

Tabelle 2.

Name	Fundort	Färbung des CS_2-Extraktes	Färbung des Benzolextraktes	Fluoreszenz des CS_2-Extraktes	Fluoreszenz des Benzolextraktes
		Gruppe 1.			
Anthrazit	Turrach	—	—	—	—
Silurkohle (Bitumen)	Oedegarden	+/	((+))	++	+++
Magerkohle	Westfalen	(+)	((+))	++	+++
Eßkohle	Westfalen	((+))	—	+	+
Flammkohle	Peterswald	((+))	—	+	++
Glanzbraunk.	Seegraben	—	—	(+)	+/Vitrit
Glanzbraunk.	Seegraben	—	—	(+)	+ Durit
Mattbraunk.	Sajokaza b. Miskolcz	—	—	—	((+))
Moorkohle	Hausruck	—	—	—	((+))
Lignit	Hausruck	—	—	—	+/
		Gruppe 2.			
Pyropissit	Hausruck	↑+++	++	+	+/
Harz	Neusattel	↑+++	+	+	++
Harz	Falkenau	↑+++	++	+	++
Harz	Brzeszcze	↑+++	++	+	++
Schwelkohle	Hausruck	↑++	+	(+)	+++
Josefikohle	Falkenau	↑++	+	++	+++
Cannelkohle	Seegraben	↑++/	(+)	++	+++
Cannelkohle	Nürschan	↑+/	—	+	+++
Retinit	Ajka	—	—	—	(+)
Bogheadkohle	Lugau	—	—	—	+

Erklärung:

Die Färbung des CS_2- und Benzolextraktes ist stets braun.
Die Fluoreszenz des CS_2-Extraktes ist senfbraun bis bläulichbraun.
Die Fluoreszenz des Benzolextraktes ist stets blau.
Für alle Fälle gilt:

—	keine Farbe oder Fluoreszenz
((+))	sehr schwach
(+)	schwach
+	mittel
++	stark
+++	sehr stark
/	bedeutet eine Zwischenstufe höher
↑	Substanz schwimmt z. T. auf dem Extrakt.

graphischer Bestandteil spielen die Retinite offenbar nur eine geringe Rolle, wenngleich sie in wenigen Fällen in außerordentlichem Maße in der Kohle angereichert erscheinen. Ich möchte die Retinite mit den akzessorischen Gemengteilen der Gesteine vergleichen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Eine wesentlich wichtigere Rolle spielen die Bitumenharze. Was kennzeichnet diese von einer pyropissitischen Ausgangssubstanz ableitbaren dunklen, spröden Harze? Verfolgt man diese Reihe in den verschiedenen Inkohlungsstadien, so kann man die Regel feststellen, daß die ursprünglich erdigen, hell fluoreszierenden Substanzen schon in der Mattbraunkohle zu einer spröden braunen, homogen erscheinenden Masse verdichtet sind, deren Fluoreszenz mit zunehmender Veredelung der Wirtskohle abnimmt. Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, verhält sich das Harz aus der Flammkohle von Brzeszcze noch fast ganz so wie die Bitumenharze aus den mittleren Braunkohlen. Man darf daraus schließen, daß wenigstens ein Teil der ursprünglich pyropissitischen Substanz nach der sehr frühen Umwandlung in eine braune harzige Masse ihre kennzeichnenden Eigenschaften, ähnlich den Retiniten, bis in die Steinkohle im wesentlichen beibehält. Die Untersuchung im Blaulicht zeigt, daß mit der Verdichtung, ja mit einem Plastischwerden der harzreichen Grundmasse, auf welches man im Handstück unter der Analysenlampe gelegentlich an einer Art fluidalen Anordnung nichtleuchtender Teilchen schließen kann, eine völlige Homogenisierung noch nicht einzutreten braucht. Geeignete Versuche mit Pyropissiten werden voraussichtlich über die Temperatur und den Druck, welcher bei der Bildung einer Mattbraunkohle geherrscht hat, recht genaue Auskunft geben, gewinnt man doch mehrere Fixpunkte, so einen bei Eintritt der Verdichtung, einen weiteren beim Erweichen und schließlich einen beim Schmelzen. Daß einstige Pyropissite heute als vollkommen homogene Harze vorliegen, ist sicher, aber ein Wandern dieser Substanz durch die Kohle hindurch ins Liegende oder Hangende möchte ich ablehnen. Auf Klüften findet man gelegentlich einen Belag von bituminöser Substanz. Ein einfacher Versuch im Proberöhrchen zeigt, daß beim gelinden Erhitzen eines Pyropissites sich ein gelbes öliges Destillat kondensiert, welches wieder deutlich fluoresziert, während der Pyropissit zu einer dunklen Masse schmilzt. Eine ähnliche Trennung kann auch im Flöz stattgefunden haben, ohne daß dabei allerdings eine vollkommene Aufschmelzung eingetreten sein muß, so daß wir neben den schichtweise eingelagerten, also gleichsam autochthonen Harzen (Brzeszcze, Falkenau usw.) auch bituminöse Kluftausfüllungen antreffen.

Die lange bekannte Tatsache, daß Schwelkohlen duritische Weichbraunkohlen mit wechselndem, in der Grundmasse feinverteiltem Pyropissitgehalt sind, kann mit Entschiedenheit dahin erweitert werden, daß Cannelbraunkohlen und Cannelsteinkohlen

nichts anderes sind als Schwelkohlen in einem höher inkohlten bzw. metamorphen Zustand. Die Zusammengehörigkeit der Cannelbraunkohlen und der Cannelsteinkohlen hat man schon lange erkannt. Die Ableitbarkeit dieser z. T. glänzenden zähen Kohlen von der erdigen bis stückigen Schwelkohle bzw. der Nachweis der pyropissitischen Substanz in der Grundmasse war durch ihr Verhalten im ultravioletten und blauen Licht, durch die konstante und bezeichnende Braunfärbung der Schwefelkohlenstoffextrakte und durch die Fluoreszenz der Benzolextrakte dieser Kohlen leicht zu zeigen. Die starke Fluoreszenz der Benzolextrakte unterscheidet die Reihe der bituminösen Kohlen scharf von den gewöhnlichen humosen Kohlen, deren Benzolextrakte nur sehr schwach im ultravioletten Licht leuchten.

Da sich unter diesen Kohlen die Josefi-„Spiegel"-Kohle sowie die „Glanzkohle" vom Ellyschacht befindet, deren Cannelkohlennatur durch die kombinierte Fluoreszenzuntersuchung und durch die mikroskopische Prüfung bewiesen wurde, kann nun auf die Frage der Metamorphose dieser Kohlen eingegangen werden. Diese beiden Kohlen fallen durch ihren höheren Glanz, also durch ihre scheinbar höhere Metamorphose der Wirtskohle gegenüber auf. Eine Erklärung für diese an sich seltene Erscheinung wollte man in der lokal höheren tektonischen Beanspruchung wie auch in einer lokal stärkeren Erwärmung der Kohle suchen. Nun zeigt aber gerade die Ellykohle keine Spuren einer Erhitzung; so sind z. B. die Harze noch völlig gleich denen, die man in der Schwelkohle findet; immer noch liegen die doch sicher empfindlicheren blasigen Körnchen neben den dichten dunklen Harzkörnern; die verkienten Lignite bzw. Vitrite zeigen in ihren Harzen dasselbe. Die in der Grundmasse eingesprengten Bitumenteilchen leuchten noch ebenso wie in der Schwelkohle. Eine stärkere Erhitzung ist also aus der Kohle in keiner Weise abzulesen. Viel näherliegend ist die Erklärung, daß es eben die charakteristische Eigenschaft einer Schwel- bzw. Cannelkohle ist, eher glänzend zu werden als der gewöhnliche Mattkohlendurit. Das ist am deutlichsten im Stadium der stückigen Weichbraunkohle und der Mattbraunkohle zu sehen, während in der Glanzbraunkohle und in der Steinkohle sich die Cannelkohle wegen ihrer Duritnatur, durch relativ geringeren Glanz, durch ihr dichtes Aussehen und der damit verbundenen Zähigkeit sowie durch den muscheligen Bruch schon äußerlich unterscheidet. Verursacht ist der früher auftretende Glanz der Cannelbraunkohlen sicherlich durch den Pyropissitgehalt der Grundmasse. Das entspricht auch dem sehr

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

frühzeitigen Übergang des erdigen Pyropissites in eine glänzende harzartige Masse.

Also handelt es sich bei den Cannelbraunkohlen aus den Mattbraunkohlen nicht um einen höheren Inkohlungsgrad dieser, sondern um eine anders zusammengesetzte Kohle, die eben eher glänzend wird und die damit nur einen höheren Grad der Metamorphose vortäuscht.

So können also die Ergebnisse dieser Arbeit wie folgt schematisch zusammengefaßt werden.

Im Stadium der:

Weichbraunkohle		Matt-Glanzbraunkohle		Flammkohle
Retinit	→	Retinit	→	Retinit
Pyropissit	→	Bitumenharz	→	Bitumenharz
Schwelkohle	→	Cannelbraunkohle	→	Cannelsteinkohle

Mit der Einbeziehung der Blaulichtfluoreszenz glaube ich, besonders für die Braunkohlenpetrographie eine brauchbare zusätzliche Untersuchungsmethode gefunden zu haben.